

## Мониторинг характеристик облачности на территории России по данным наземных наблюдений

*Н.Н. Коршунова\*, С.Г. Давлетшин*

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»,  
Россия, 249035, г. Обнинск Калужской обл., ул. Королева, д. 6

\* Адрес для переписки: [nnk@meteo.ru](mailto:nnk@meteo.ru)

**Реферат.** Рассматривается разработанная в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» методика мониторинга характеристик облачности на территории России по данным наблюдений на метеорологических станциях. Информационная база мониторинга облачности состоит из исторической информации, сформированной по архивным данным Госфонда ВНИИГМИ-МЦД, и оперативной информации, поступающей по каналам связи в виде телеграмм «СИНОП» с метеорологических станций. В состав информационной базы также входят нормативные характеристики общей и нижней облачности, рассчитанные за базовый период 1991-2020 гг., рекомендованный ВМО для климатических исследований, и временные ряды характеристик, осредненных по всей территории России и по территории квазиоднородных климатических регионов.

Разработанные авторские программные средства для усвоения данных оперативного потока и расчета статистических характеристик облачности с учетом специфики архивного хранения данных в Госфонде ВНИИГМИ-МЦД позволяют оперативно проводить оценку аномальности состояния облачного покрова и выявлять тенденции изменения характеристик облачности сезонного и регионального масштаба.

В качестве результатов работы технологии мониторинга облачности, по данным наземных метеонаблюдений, приведен анализ состояния облачности на территории России в 2021 году. Анализируется аномальность состояния облачного покрова в 2021 году на территории России с использованием следующих характеристик: средний балл общей и нижней облачности, число пасмурных и ясных дней по общей и нижней облачности. Выявлено, что тенденция увеличения среднего балла нижней облачности преобладает во все сезоны, кроме лета. Средний балл общей облачности во все сезоны на большей части страны не меняется. Тенденции изменения числа пасмурных дней по общей облачности во многом согласуются с изменением среднего балла общей облачности. Число пасмурных дней по нижней облачности, в отличие от среднего балла, изменяется гораздо меньше, поскольку средний балл хоть и растет, но не всегда превышает 8 баллов.

---

**Ключевые слова.** Мониторинг облачности, общая облачность, нижняя облачность, средний балл облачности, число ясных дней, число пасмурных дней.

## **Cloud characteristics monitoring on the Russian territory based on the ground observations**

*N.N. Korshunova\*, S.G. Davletshin*

All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Centre  
(RIHMI-WDC),  
6, Korolyov Str., Obninsk, Kaluga Reg., 249035, Russian Federation

\*Correspondence address: [nnk@meteo.ru](mailto:nnk@meteo.ru)

**Abstract.** The methodology for cloud characteristics monitoring on the territory of Russia based on observational data from meteorological stations is considered. The methodology is developed at RIHMI-WDC. The cloud monitoring information base consists of historical information generated from the archive data of the RIHMI-WDC State Data Fund and operational information received via communication channels in the form of SINOP telegrams from meteorological stations. The information base also includes standard characteristics of total and lower cloudiness that are calculated for the base period 1991-2020 recommended by WMO for climate research, and the time series of characteristics averaged over the entire territory of Russia and over the territory of quasi-homogeneous climatic regions.

The developed authoring software tools for assimilating the operational data flow and calculating the statistical characteristics of cloudiness, with the specifics of archival data storage in the RIHMI-WDC State Data Fund taken into account, allow for the prompt assessment of the abnormal state of cloud cover and the identification of trends in changing cloudiness characteristics on seasonal and regional scales.

The results of the cloud monitoring technology based on ground-based meteorological observations are presented as an analysis of the state of cloudiness in Russia in 2021. The anomaly of the state of cloud cover in 2021 in Russia is analyzed using the following characteristics: average amount of total and lower clouds, the number of cloudy and clear days for total and lower cloudiness. It was found that the trend of increase in the average amount of lower clouds prevails in all seasons except summer. The average amount of total clouds does not change in all seasons in most of the country. The trends for the change in the number of cloudy days by total cloudiness largely agree with the change in the average amount of total cloudiness. The number of cloudy days by lower cloudiness, in contrast to the average cloud amount, changes much less, since the average cloud amount, although growing, does not always exceed 8 points.

**Keywords.** Cloud monitoring, total cloudiness, lower cloudiness, average cloud amount, number of clear days, number of cloudy days.

---

## Введение

Созданная в России система мониторинга климата дает оценку степени аномальности текущего состояния различных компонентов климатической системы, выявляет экстремальные климатические аномалии и изучает региональные особенности в изменении характеристик основных метеорологических параметров. Результаты анализа состояния различных компонентов климатической системы на территории России ежегодно публикуются в «Докладе об особенностях климата на территории Российской Федерации», который является официальным изданием Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Доклад..., 2024). Облачность играет значительную роль в формировании радиационного баланса нашей планеты, поэтому регулярное слежение за характеристиками облачности, исследование тенденции их изменения является актуальной задачей. С этой целью во ВНИИГМИ-МЦД разрабатывается подсистема мониторинга облачности, для функционирования которой подготовлены специализированные массивы характеристик облачности (Дементьева, 2020) и рассчитаны нормы 1991-2020 гг. в соответствии с требованиями ВМО (Руководящие указания..., 2017).

Создание подсистемы мониторинга облачности на базе спутниковых данных затруднительно из-за очень сложной и трудоемкой обработки этих данных. Кроме того, спутниковые данные доступны за довольно короткий временной период, что не позволяет изучить долгопериодные климатические изменения характеристик облачности.

Наземные и спутниковые наблюдения за облачностью имеют свои преимущества и недостатки (Коршунова, Дементьева, 2023), однако в настоящее время исследования долговременных тенденций изменения характеристик облачности возможно только по данным наземных наблюдений, имеющих достаточно длинные ряды. Как показало исследование (Хлебникова, Салль, 2009), при использовании коротких рядов получается довольно хаотичная картина изменений облачного покрова, не позволяющая выявить каких-либо закономерностей. Существенную роль оказывает наличие неоднородностей в рядах наземных наблюдений, вызванных изменением методики и сроков наблюдений, а также субъективной оценкой характеристик облачности наблюдателем.

Целью данной работы являлась разработка методики мониторинга облачности по данным наземной наблюдательной сети, которая позволит проводить детальный анализ изменений характеристик общей и нижней облачности на территории России для выявления тенденций их изменения регионального и сезонного масштабов.

## Информационная база

База данных мониторинга состояния характеристик облачности (БД «ОБЛАЧНОСТЬ») подразделяется на исторические ряды, оперативные дан-

ные и нормативные характеристики. Исторические ряды характеристик облачности сформированы в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета на основе данных Госфонда гидрометеорологической информации (Мамонтов, 1982; Гусаров и др., 1983; Ковалев, Правосудько, 1987). Оперативные данные поступают по каналам связи в виде телеграмм «СИНОП» с метеорологических станций ( $\approx 1350$  пунктов наблюдений). Основные требования к базовым сетям для мониторинга климата сформулированы в рамках Глобальной системы наблюдений за климатом (GCOS, 2002; Peterson et al., 1997).

Согласно программе наблюдений (Наставление..., 1969) за облаками на метеорологических станциях определяют количество и форму облаков, высоту нижней границы облаков. В настоящей работе рассмотрены характеристики количества общей облачности и облачности нижнего яруса. Количество облаков определяется наблюдателем визуально по 10-балльной шкале (Наставление..., 1969). Отсутствие облаков фиксируется как 0 баллов. Если облаками занята 0.1 часть небосвода, количество облаков оценивается 1 баллом, если половина небосвода – 5 баллами и т.д.

Количество облачности кодируется в соответствии с кодом КН-01, где значениями от 0 до 10 кодируют количество фактической облачности, шифр 11 кодирует ситуацию, когда видны только следы облаков (больше 0, но меньше 1 балла), шифр 12 кодирует наличие облачности с просветами (меньше 10 баллов, но больше 9), 13 означает, что облачность невозможно определить (например, из-за тумана). При расчете среднемесячного количества облачности число 11, согласно описанной выше кодировке, соответствует 0.5 балла, 12 соответствует 9.5 балла. Наблюдения со значением 13 (когда количество облачности невозможно определить) не учитывались.

Общая облачность – общее количество облаков, покрывающих небосвод, без подразделения по высотам (ярусам), включая и нижнюю облачность. К облакам нижнего яруса (нижняя облачность) относятся облака с нижней границей ниже 2 км: слоистые (St), слоисто-кучевые (Sc), плоские кучевые (Cu hum). К облакам нижнего яруса относят также облака, занимающие по вертикали несколько ярусов, но нижняя граница которых лежит в нижнем ярусе (Cu cong, Cu med, Cb) (Наставление..., 1969).

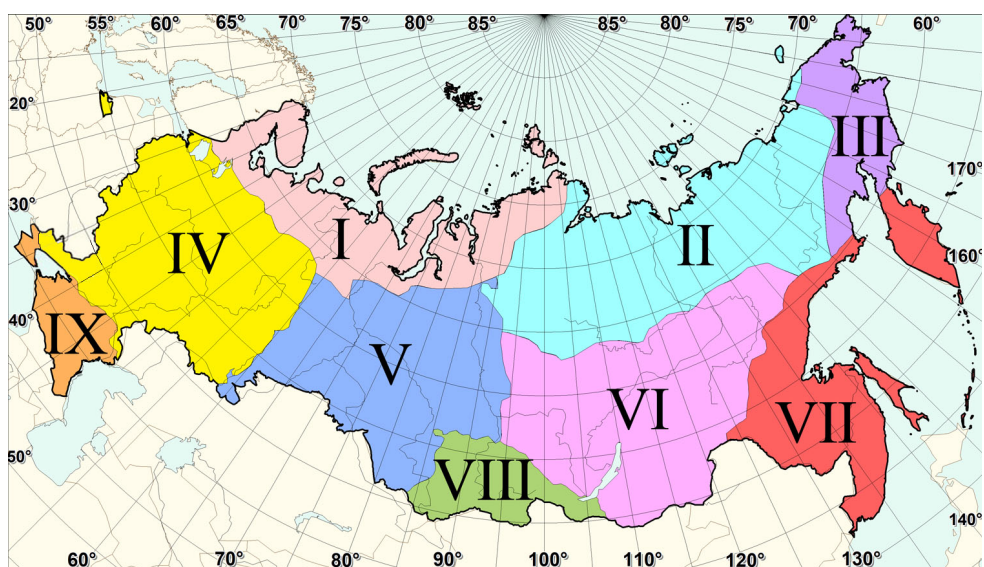
Пасмурным состоянием неба называются те случаи, когда облачность покрывала 80-100% небосвода, или 8-10 баллов. Ясным состоянием неба считаются сроки, облачность во время которых была от 0 до 2 баллов (по 10-балльной шкале), согласно оценке наблюдателя (Наставление..., 1969).

В состав информационной базы входят следующие нормативные характеристики по метеостанциям:

- Среднее многолетнее значение (за период 1991-2020 гг.) среднего балла общей облачности;
- Среднее многолетнее значение (за период 1991-2020 гг.) среднего балла облачности нижнего яруса (нижней облачности);
- Среднее многолетнее значение (за период 1991-2020 гг.) числа пасмурных дней по общей облачности;

- Среднее многолетнее значение (за период 1991-2020 гг.) числа пасмурных дней по нижней облачности;
- Среднее многолетнее значение (за период 1991-2020 гг.) числа ясных дней по общей облачности;
- Среднее многолетнее значение (за период 1991-2020 гг.) числа ясных дней по нижней облачности.

Кроме того, в состав информационной базы включены массивы временных рядов характеристик облачности, осредненных по всей территории России и по территории квазиоднородных климатических регионов характеристик (рис. 1 (Алисов, 1956)).



**Рисунок 1.** Квази-однородные климатические регионы

*I – Север ЕЧР и Западной Сибири, II – Северная часть Восточной Сибири и Якутии, III – Чукотка и север Камчатки, IV – Центр ЕЧР, V – Центр и юг Западной Сибири, VI – Центр и юг Восточной Сибири, VII – Дальний Восток, VIII – Алтай и Саяны, IX – Юг ЕЧР*

**Figure 1.** Quasi-homogeneous climatic regions

*I – the North of the ER and Western Siberia, II – the Northern part of Eastern Siberia and Yakutia, III – Chukotka and the north of Kamchatka, IV – the Center of the ER, V – the Center and south of Western Siberia, VI – the Center and South of Eastern Siberia, VII – the Far East, VIII – Altai and Sayan, IX - South of the ER*

Средние для регионов значения характеристик получены следующим способом. Аномалии на метеостанциях арифметически усреднялись по квадратам сетки (1°N x 2°E), а затем с весовыми коэффициентами в зависимости от широты квадрата проводилось осреднение по регионам, показанным на рис. 1, и территории России. Используются нормы (среднемноголетние значения) характеристик облачности за период 1991-2020 гг. Ранги и среднеквадратическое отклонение ( $s$ ) определены по ряду с 1985 года.

---

## Технология мониторинга облачного покрова

Для описания состояния облачного покрова используются следующие характеристики:

- Средний балл общей облачности;
- Средний балл нижней облачности;
- Число ясных дней (0-2 балла) по общей облачности;
- Число ясных дней (0-2 балла) по нижней облачности;
- Число пасмурных дней (8-10 баллов) по общей облачности;
- Число пасмурных дней (8-10 баллов) по нижней облачности.

Технология мониторинга климата включает следующие основные этапы:

- усвоение станционных данных срочного разрешения;
- пополнение БД «ОБЛАЧНОСТЬ» данными текущего года;
- пополнение базовых массивов (ряды срочных данных о формах и среднем балле общей и нижней облачности);
- расчет производных характеристик (среднего за сезон и год балла общей и нижней облачности, среднего за сезон и год числа ясных (0-2 балла) и пасмурных (8-10 баллов) дней);
- расчет аномалий (среднего за сезон и год балла общей и нижней облачности, среднего за сезон и год числа ясных (0-2 балла) и пасмурных (8-10 баллов));
- регионально осредненных характеристик (аномалии и ранги);
- расчет обновленных статистик (на станциях и по регионам), включая оценки трендов.

Аномалия климатической переменной определяется как отклонение от климатической нормы и рассчитывается по формуле:

$$\Delta X_y = X_y - X_{norm},$$

где  $\Delta X_y$  – значение искомой аномалии в году «у»,  $X_y$  – значение климатической переменной  $X$  в году «у»,  $X_{norm}$  – норма климатической переменной (среднемультилетнее значение за тридцатилетний период).

Программные средства, разработанные во ВНИИГМИ-МЦД в среде SAS, обеспечивают пополнение базовых массивов данными текущего года и расчет всех производных массивов станционных значений.

Для всех климатических переменных (станционных и пространственно осредненных) рассчитываются обновленные статистики, включая оценки трендов. В комплект статистических характеристик входят: число случаев (лет), среднее, стандартное отклонение, ранг и оценки линейной аппроксимации, полученные методом наименьших квадратов, включая коэффициенты уравнения (свободный член и коэффициент линейного тренда).

В состав материалов мониторинга входит иллюстративный материал (карты, графики, таблицы) и подготовленный на его основе текст, содержащий анализ текущих климатических аномалий и наблюдаемых изменений в

---

режиме облачности. Карты в данной технологии готовятся с использованием пакета программ в регулярной азимутальной стереографической проекции, где используется стандартный IDW-метод пространственной интерполяции с коэффициентами обратно пропорциональными квадрату расстояния, однако возможно использование и другой ГИС. При подготовке сложных рисунков используются готовые шаблоны, подготовленные в *Adobe Photoshop*, обеспечивающие достаточный уровень автоматизации.

## Результаты

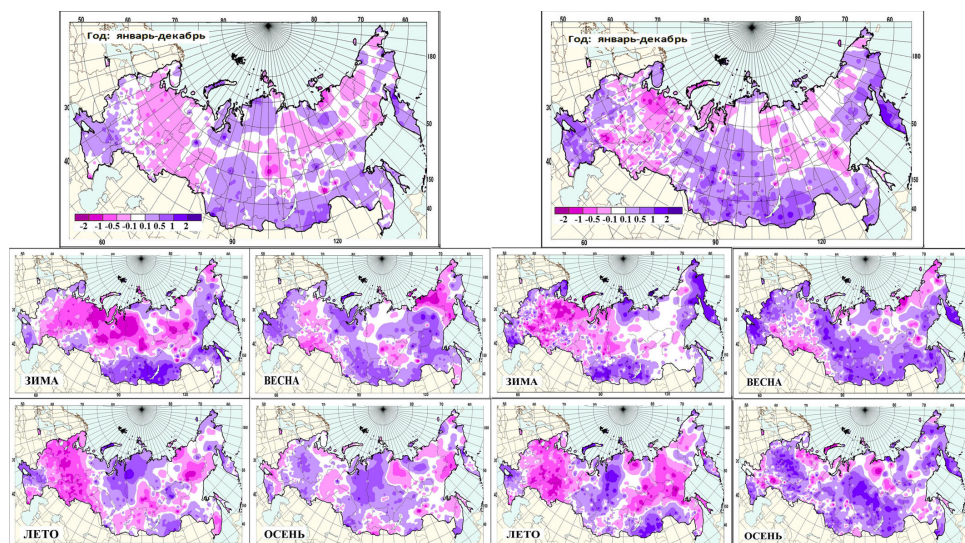
В качестве результатов работы технологии мониторинга облачности по данным наземных метеонаблюдений рассмотрим анализ состояния облачности на территории России в 2021 году.

**2021 год** для России в целом стал 7-м в ранжированном ряду по убыванию среднего балла нижней облачности с 1985 года. Положительные аномалии отмечались на западе и юге ЕТР, на большей части Сибири, на дальневосточном юге, Камчатке, в Магаданской области. Годовые аномалии среднего балла нижней облачности в квази-однородных районах III, VI, VII, VIII и IX попали в десятку наиболее крупных положительных аномалий в ранжированном ряду. Пространственное распределение годовых аномалий среднего балла общей облачности практически аналогичное, но аномалии меньше по абсолютной величине, больше районов, где среднегодовой балл общей облачности близок к климатической норме. Однако осредненные значения в VI, VII, VIII районах попали в десятку наиболее крупных положительных аномалий.

**Зимой** на большей части Европейской территории (ЕТР), за исключением крайних западных и южных районов, в Западной Сибири и северных районах Красноярского края отмечались отрицательные аномалии среднего балла как общей, так и нижней облачности (рис. 2). Значительные положительные аномалии получены на юге Сибири, Камчатке и прибрежных районах Охотского моря, причем в Прибайкалье и Забайкалье увеличение среднего балла обусловлено увеличением облачности среднего и верхнего ярусов, а на севере Камчатки – увеличением облачности нижнего яруса. Осредненные по площади аномалии среднего балла по общей облачности вошли в десятку наибольших в VI, VII, VIII квази-однородных районах, а по нижней облачности еще и в III и IX. На Дальнем Востоке (район VII) аномалия среднего балла нижней облачности стала рекордной за рассматриваемый период (табл. 1).

**Весна** более облачной оказалась на юге и юго-западе ЕТР, большей части Западной Сибири, Якутии, на юге Восточной Сибири и Дальнего Востока, за исключением Приморского края. При этом положительные аномалии среднего балла нижней облачности превосходили аналогичные аномалии общей облачности и превысили 1 балл в Приазовье и на Камчатке. Весенние аномалии среднего балла по общей и нижней облачности вошли в десятку наибольших в целом по России и в I, VI, VII, VIII и IX квази-однородных рай-

онах, причем в последнем аномалия по нижней облачности вновь, как и зимой, оказалась рекордной.



**Рисунок 2.** Аномалии среднегодового и сезонного балла общей (слева) и нижней (справа) облачности на территории России в 2021 году

**Figure 2.** Anomalies of the average annual and seasonal score of total (left) and lower (right) clouds in Russia in 2021

*Летом* на всей ЕТР, за исключением Южного ФО, и Урале преобладала менее облачная, чем обычно, погода. Отрицательные аномалии в отдельных районах по абсолютной величине превысили 1 балл и по общей, и по нижней облачности. Наибольшие положительные аномалии среднего балла общей и нижней облачности отмечены в северных и восточных районах Западной Сибири, а также на севере Красноярского края и в Забайкалье, причем в Забайкалье преобладала облачность нижнего яруса, аномалии которой превысили 1 балл.

*Осень* выдалась облачной в центральных областях ЕТР, горных районах Северного Кавказа и на большей части Сибири, аномалии среднего балла общей и нижней облачности на 0.5-1.5 балла превысили климатическую норму. В прибрежных районах Магаданской области и центральных районах Камчатки отмечены отрицательные аномалии среднего балла общей облачности и положительные аномалии среднего балла нижней облачности. Осенние аномалии по нижней облачности в III, VII, VIII районах и России в целом попали в десятку наибольших в ранжированном ряду.

Во все сезоны, кроме лета, и за год число пасмурных дней по общей и нижней облачности превышало климатическую норму (рис. 3). Наиболее пасмурной выдалась весна, сезонные аномалии по общей и нижней облачности попали в десятку наибольших с рангами 6 и 3 соответственно. Летом пасмурных дней оказалось значительно меньше нормы по общей и нижней

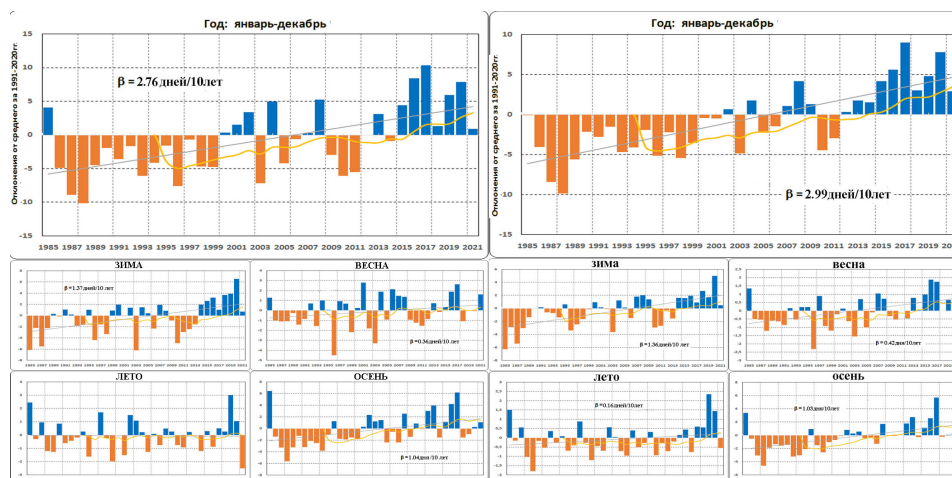
облачности, при этом отрицательная аномалия числа пасмурных дней по общей облачности стала наименьшей в ранжированном ряду.

**Таблица 1.** Годовые и сезонные аномалии среднего балла облачности в 2021 году, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России:  
 $\Delta$  – отклонения от средних за 1991-2020 гг.;  $s$  – среднеквадратическое отклонение

**Table 1.** Annual and seasonal anomalies of the average cloud cover in 2021, averaged over the territory of quasi-homogeneous climatic regions of Russia:  $\Delta$  – deviations from the average for 1991-2020;  $s$  – standard deviation

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	$\Delta$	$s$	$\Delta$	$s$	$\Delta$	$s$	$\Delta$	$s$	$\Delta$	$s$
<b>Общая облачность</b>										
Россия	0.03	0.11	0.07	0.27	<b>0.15</b>	0.17	-0.19	0.10	0.10	0.20
Север ЕТР и Западной Сибири	-0.10	0.23	-0.51	0.54	<b>0.25</b>	0.34	-0.15	0.31	0.02	0.29
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-0.03	0.15	-0.06	0.30	-0.10	0.26	0.00	0.21	0.04	0.26
Чукотка и север Камчатки	-0.01	0.23	0.16	0.51	-0.16	0.49	0.10	0.32	-0.11	0.32
Центр ЕТР	-0.16	0.23	-0.28	0.49	0.05	0.34	-0.59	0.31	0.17	0.41
Центр и юг Западной Сибири	0.01	0.23	-0.07	0.50	0.06	0.38	-0.11	0.29	0.16	0.32
Центр и юг Восточной Сибири	<b>0.21</b>	0.13	<b>0.38</b>	0.25	<b>0.26</b>	0.24	0.03	0.18	0.17	0.24
Дальний Восток	<b>0.14</b>	0.15	<b>0.44</b>	0.30	<b>0.18</b>	0.25	-0.08	0.24	0.01	0.21
Алтай и Саяны	<b>0.27</b>	0.19	<b>0.70</b>	0.49	<b>0.48</b>	0.38	-0.05	0.27	-0.07	0.42
Юг ЕЧР	0.09	0.22	0.15	0.32	<b>0.26</b>	0.43	-0.02	0.33	-0.02	0.47
<b>Нижняя облачность</b>										
Россия	0.15	0.19	0.09	0.39	0.35	0.25	-0.12	0.13	<b>0.29</b>	0.27
Север ЕТР и Западной Сибири	-0.05	0.34	-0.23	0.79	0.32	0.41	-0.17	0.37	-0.14	0.48
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	0.04	0.24	<b>0.15</b>	0.23	0.02	0.26	-0.15	0.31	0.17	0.39
Чукотка и север Камчатки	<b>0.44</b>	0.40	<b>0.85</b>	0.64	0.13	0.47	0.19	0.42	<b>0.62</b>	0.53
Центр ЕТР	-0.07	0.30	-0.25	0.71	0.19	0.38	-0.57	0.33	0.32	0.52
Центр и юг Западной Сибири	0.11	0.29	-0.06	0.54	0.15	0.40	0.09	0.36	0.27	0.46
Центр и юг Восточной Сибири	<b>0.35</b>	0.19	<b>0.23</b>	0.21	<b>0.51</b>	0.27	0.11	0.21	0.57	0.30
Дальний Восток	<b>0.27</b>	0.21	<b>0.36</b>	0.24	<b>0.54</b>	0.28	-0.10	0.37	<b>0.27</b>	0.24
Алтай и Саяны	<b>0.36</b>	0.22	<b>0.60</b>	0.34	<b>0.56</b>	0.36	0.09	0.24	<b>0.21</b>	0.42
Юг ЕЧР	<b>0.33</b>	0.22	<b>0.37</b>	0.36	<b>0.66</b>	0.38	0.15	0.23	0.16	0.38

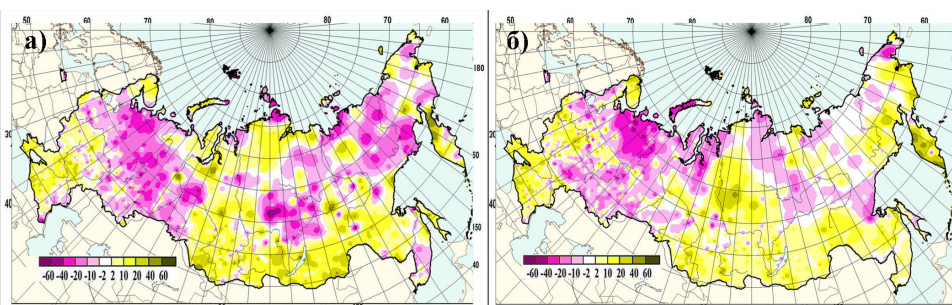
**Примечание:** Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных значений за период 1985-2021 гг.



**Рисунок 3.** Годовые и сезонные аномалии числа пасмурных дней (8-10 баллов) по общей (слева) и нижней (справа) облачности

**Figure 3.** Annual and seasonal anomalies of the number of cloudy days (8-10 points) in total (left) and lower (right) clouds

Пространственное распределение ясных и пасмурных дней носит пятнистый, во многом зеркальный характер, однако некоторые отличия вносят дни с полярным состоянием неба (3-7 баллов).



**Рисунок 4.** Аномалии числа пасмурных дней по общей (а) и нижней (б) облачности на территории России в 2021 году

**Figure 4.** Anomalies of the number of cloudy days in total (a) and lower (b) clouds in Russia in 2021

На севере и в центре ЕТР отмечено значительное уменьшение пасмурных дней (на 15-25 дней), что привело к увеличению ясных дней, хотя на Южном Урале и в центральных районах Западной Сибири отмечены отрицательные аномалии числа и ясных, и пасмурных дней. В северных и центральных районах Камчатского края число пасмурных дней более чем на 40 дней превысило климатическую норму (рис. 4а). Максимальная положительная аномалия числа пасмурных дней по общей облачности (181 день) отмечена в Змеиногорске Алтайского края, а наибольшая по абсолютной величине отри-

цательная (111 дней) – в Средней Олекме Забайкальского края. Годовые, зимние и весенние аномалии числа пасмурных дней по общей облачности в VI, VII, VIII районах попали в десять наибольших. Кроме этого, в десятку самых крупных аномалий также вошли годовые аномалии по России в целом, весенние аномалии в I районе и по России в целом, летние – в III районе, осенние – в IV, зимние и весенние – в IX районе.

Число пасмурных дней по нижней облачности превысило климатическую норму на западе и юге ЕТР, а также на большей части АТР (рис. 46). Максимальная положительная аномалия (91 день) получена в Полярном Мурманской области. Максимальная по абсолютной величине отрицательная аномалия (63 дня) зафиксирована в Мосеево Архангельской области. В районе Обской Губы число ясных и пасмурных дней по нижней облачности было меньше нормы, т.е. преобладало полуясное (3-7 баллов) состояние неба. 2021 год стал аномальным по числу пасмурных дней по нижней облачности как по стране в целом, так и в большинстве квазиоднородных районов. Годовые аномалии числа пасмурных дней по нижней облачности вошли в десятку наибольших во всех районах, за исключением I, II, IV и V (см. табл. 2).

Пространственное распределение локальных оценок трендов, характеризующих знак и среднюю скорость изменений среднего балла общей и нижней облачности, показано на рис. 5 и 6 соответственно. Заметно, что во все сезоны значительные площади занимают «белые» области, т.е. области, где средний балл общей облачности не меняется. Тенденция увеличения среднего балла общей облачности особенно ярко выражена зимой в северных и западных районах Европейской территории, весной на Урале и в Западной Сибири, что обусловлено увеличением в этих районах циклоничности (Попова, 2018). Наиболее значительные отрицательные коэффициенты линейного тренда зимой получены на севере Таймыра, в северо-западных и центральных районах Якутии, а также летом на ЕТР. Однако коэффициенты линейного тренда, как положительные, так и отрицательные, во все сезоны невелики и составляют 0.2-0.7 балла/10 лет. Максимальный коэффициент линейного тренда 1.1 балла/10 лет получен на метеостанции Екатерино-Никольское (Еврейская АО). При региональном осреднении наибольшие значимые коэффициенты линейного тренда получены зимой в I квази-однородном районе (север ЕТР и Западной Сибири) и весной в V районе (центр и юг Западной Сибири).

Значительно больше изменяется средний балл нижней облачности, особенно в переходные сезоны (рис. 6). На большей части страны весной и осенью выявлена тенденция увеличения среднего бала нижней облачности, коэффициенты линейного тренда составляют 0.2-0.6 балла/10 лет (табл. 3). И только на отдельных станциях весной в Западной Сибири и на севере Камчатки, а осенью еще на Верхней Волге, южных районах Красноярского края и на северо-востоке Якутии отмечаются коэффициенты линейного тренда 0.9-1.1 балла/10 лет. Тенденция уменьшения среднего балла нижней облачности выявлена весной в северо-западных, а осенью – в южных и юго-западных областях ЕТР. Зимой наиболее значительное увеличение среднего балла нижней облачности наблюдается на севере ЕТР и Западной Сибири, а также на севере АТР – районах,

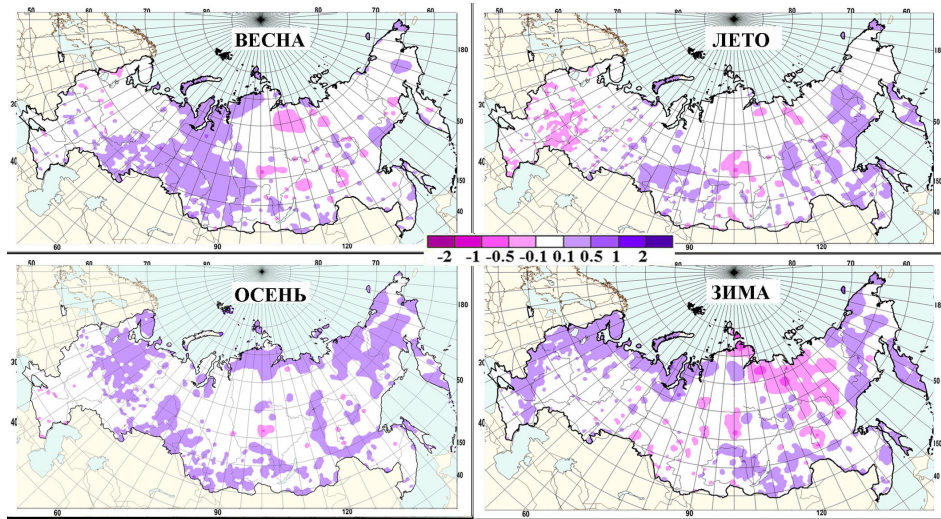
которые находятся в зонах активной циклонической деятельности. Максимальные коэффициенты линейного тренда получены на метеорологических станциях Абрамовский маяк Архангельской области и Каменское Камчатского края (1.3 балла/10 лет и 1.5 балла/10 лет соответственно).

**Таблица 2.** Средние годовые и сезонные аномалии числа пасмурных дней в 2021 году, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России:  
Δ – отклонения от средних за 1991-2020 гг.; s – среднеквадратическое отклонение

**Table 2.** Average annual and seasonal anomalies of the number of cloudy days in 2021, averaged over the territory of quasi-homogeneous climatic regions of Russia:  
Δ – deviations from the average for 1991-2020; s – standard deviation

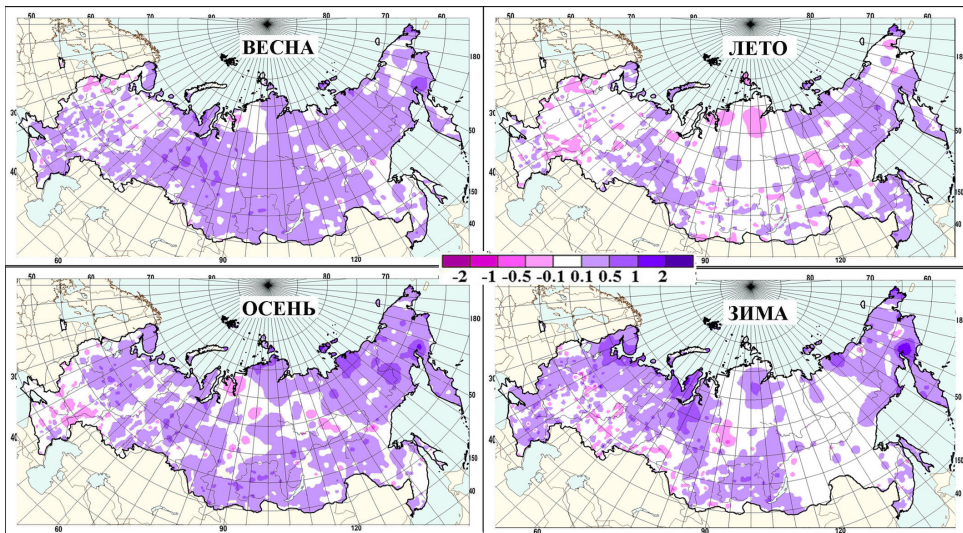
Регион	год		зима		весна		лето		осень	
	Δ	s	Δ	s	Δ	s	Δ	s	Δ	s
<b>Общая облачность</b>										
Россия	<b>1.71</b>	5.03	0.72	2.92	<b>1.63</b>	1.61	-2.50	1.17	1.07	2.71
Север ЕТР и Западной Сибири	-4.47	10.97	-4.23	6.92	<b>3.99</b>	4.05	-2.76	3.98	-0.97	4.55
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-3.87	6.03	-0.87	2.99	-1.03	2.41	-1.50	2.78	0.93	3.21
Чукотка и север Камчатки	0.05	9.78	2.43	4.72	-3.72	5.40	<b>3.50</b>	4.25	0.13	3.64
Центр ЕТР	-3.51	10.86	-2.37	5.81	0.17	3.13	-7.33	3.40	<b>2.93</b>	5.61
Центр и юг Западной Сибири	0.74	10.17	-0.65	5.79	0.10	3.73	-1.28	3.42	1.72	4.21
Центр и юг Восточной Сибири	<b>5.84</b>	5.57	<b>3.73</b>	2.47	<b>2.51</b>	2.27	-0.21	2.08	0.93	2.45
Дальний Восток	<b>6.23</b>	7.07	<b>2.99</b>	3.11	<b>2.86</b>	3.11	-0.70	3.54	-0.66	2.68
Алтай и Саяны	<b>11.66</b>	8.30	<b>7.39</b>	4.34	<b>4.91</b>	3.97	-0.97	2.67	0.48	4.33
Юг ЕЧР	4.25	9.27	<b>2.51</b>	3.78	<b>3.14</b>	4.04	-0.15	2.46	-0.15	4.28
<b>Нижняя облачность</b>										
Россия	<b>2.74</b>	4.28	0.50	2.31	<b>1.60</b>	0.96	-0.54	0.82	<b>1.34</b>	2.00
Север ЕТР и Западной Сибири	-10.35	9.54	-0.47	6.09	1.0	2.27	-2.82	2.73	-3.26	4.70
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	0.64	4.11	0.44	0.59	0.52	0.95	-1.10	0.97	1.19	1.98
Чукотка и север Камчатки	<b>11.69</b>	10.71	<b>4.81</b>	2.95	0.29	2.92	<b>2.84</b>	3.36	<b>5.24</b>	3.86
Центр ЕТР	-1.37	7.75	-1.31	5.15	0.73	1.72	-2.73	1.78	1.74	3.93
Центр и юг Западной Сибири	2.08	6.19	-0.44	2.67	0.01	1.53	<b>0.79</b>	1.67	0.99	3.17
Центр и юг Восточной Сибири	<b>6.62</b>	3.01	<b>0.77</b>	0.44	<b>1.80</b>	0.77	<b>1.13</b>	1.03	<b>2.89</b>	1.45
Дальний Восток	<b>8.40</b>	5.75	<b>1.82</b>	1.52	<b>3.89</b>	1.71	-0.04	2.94	<b>1.41</b>	1.82
Алтай и Саяны	<b>6.43</b>	3.61	<b>2.60</b>	1.22	<b>1.89</b>	1.39	0.21	1.17	<b>1.78</b>	2.29
Юг ЕЧР	<b>7.63</b>	6.87	<b>4.09</b>	3.16	<b>4.29</b>	2.37	<b>0.63</b>	0.75	0.58	2.56

**Примечание:** Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных или отрицательных значений за период 1985-2021 гг.



**Рисунок 5.** Коэффициенты линейного тренда (балл/10 лет) среднего балла общей облачности (значимые на 5% уровне)

**Figure 5.** Linear trend coefficients (point/10 years) of the average total cloud cover score (significant at the 5% level)



**Рисунок 6.** Коэффициенты линейного тренда (балл/10 лет) среднего балла нижней облачности (значимые на 5% уровне)

**Figure 6.** Linear trend coefficients (point/10 years) of the average lower cloud cover score (significant at 5% level)

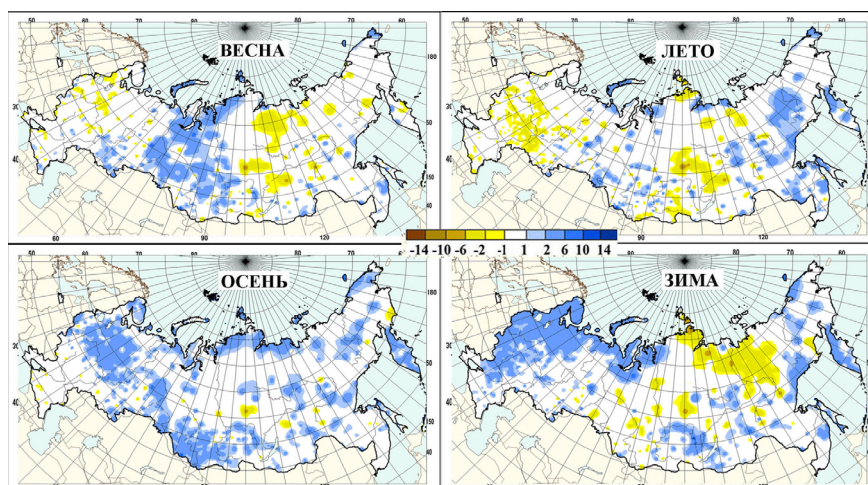
**Таблица 3.** Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5%-уровне значимости) годовых и сезонных значений среднего балла общей и нижней облачности  
*NOb, баллы/10 лет* – среднее количество общей облачности;  
*NNb, баллы/10 лет* – среднее количество нижней облачности

**Table 3.** Estimates of the linear trend (statistically significant at 5% significance level) of annual and seasonal values of the average score of total and lower clouds  
*NOb, points/10 years* – average amount of total cloud cover;  
*NNb, points/10 years* – average amount of lower cloud cover

Регион	<i>NOb, баллы/10 лет</i>					<i>NNb, баллы/10 лет</i>				
	год	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень
Россия	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
Север ЕТР и Западной Сибири	0.1	0.2			0.1	0.2	0.5	0.1	.	0.2
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	0.1				0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3
Чукотка и север Камчатки						0.3	0.4	0.3	0.2	0.4
Центр ЕТР										
Центр и юг Западной Сибири	0.1		0.2		0.1	0.2		0.3	0.1	0.2
Центр и юг Восточной Сибири	0.1	0.1			0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
Дальний Восток	0.1	0.1		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Алтай и Саяны						0.2	0.1	0.2		0.2
Юг ЕЧР						0.1	0.2	0.1		

Тенденции изменения числа пасмурных дней по общей облачности во многом согласуются с изменением среднего балла общей облачности. Увеличение пасмурных дней по общей облачности выявлено зимой на западе и севере ЕТР, севере Западной Сибири, весной – на большей части Западной Сибири и Южном Урале, осенью – в центральных областях ЕТР, на юге Западной Сибири, на побережье морей Карского и Лаптевых, а также на Камчатке (рис. 7). Максимальный положительный коэффициент линейного тренда 13.4 дня/10 лет получен весной в Змеиногорске Алтайского края.

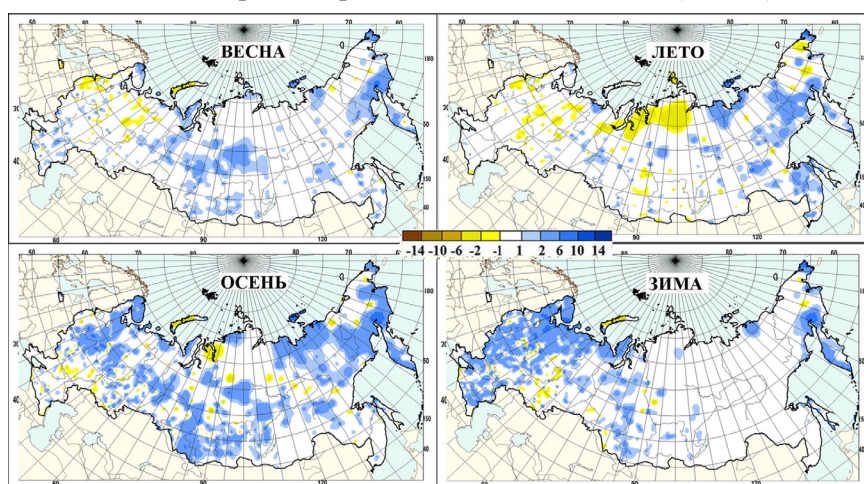
Наиболее существенное уменьшение пасмурных дней по общей облачности наблюдается зимой и весной в северо-западных и центральных районах Якутии, отдельных районах Красноярского края и Иркутской области, летом – в центральных районах ЕТР, Красноярского края, Саянах и Верхнеленских районах Иркутской области. Наибольший по абсолютной величине отрицательный коэффициент линейного тренда -12.2 дня/10 лет получен летом на метеорологической станции Муторай в Эвенкии. При этом во все сезоны на территории страны преобладают «белые области», т.е. территории, где число пасмурных дней по общей облачности практически не меняется. Тем не менее, при региональном осреднении за год получены значимые отрицательные тренды как по России в целом, так в пяти квази-однородных районах (см. табл. 4).



**Рисунок 7.** Коэффициенты линейного тренда (дни/10 лет) числа пасмурных дней (8-10 баллов) по общей облачности (значимые на 5% уровне)

**Figure 7.** Linear trend coefficients (days/10 years) of the number of cloudy days (8-10 points) for total cloud cover (significant at 5% level)

Число пасмурных дней по нижней облачности, в отличие от среднего балла, изменяется гораздо меньше, поскольку средний балл хоть и растет, но не всегда превышает 8 баллов. Тенденция увеличения пасмурных дней по нижней облачности выявлена зимой на большей части ЕТР и севере Западной Сибири, осенью – на северо-западе и в центре ЕТР, на юге Западной Сибири и севере Дальневосточного ФО (рис. 8). Тенденцию уменьшения пасмурных дней по нижней облачности можно отметить летом на Таймыре и Гыданском полуострове, а также весной и летом в отдельных районах ЕТР. При региональном осреднении значимые положительные тренды получены зимой и за год для всех квазиоднородных районов и России в целом (табл. 4).



**Рисунок 8.** Коэффициенты линейного тренда (дни/10 лет) числа пасмурных дней (8-10 баллов) по нижней облачности (значимые на 5% уровне)

**Figure 8.** Linear trend coefficients (days/10 years) of the number of cloudy days (8-10 points) for lower clouds (significant at 5% level)

**Таблица 4.** Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5% уровне значимости) годовых и сезонных значений числа ясных и пасмурных дней общей и нижней облачности  
 $Nd_{0-2}$ , дни/10 лет – число ясных дней;  $Nd_{8-10}$ , дни/10лет – число пасмурных дней

**Table 4.** Estimates of the linear trend (statistically significant at 5% significance level) of annual and seasonal values of the number of clear and cloudy days of general and lower clouds  
 $Nd_{0-2}$ , days/10 years – the number of clear days;  $Nd_{8-10}$ , days/10 years – the number of cloudy days

Регион	$Nd_{0-2}$ , дни/10лет					$Nd_{8-10}$ , дни/10лет				
	год	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень
<b>Общая облачность</b>										
Россия	-1.2		-0.6			2.8	1.4			1.0
Север ЕТР и Западной Сибири	-1.5				-0.3	6.1	3.6			1.8
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-1.4				-0.6	2.2				1.7
Чукотка и север Камчатки										
Центр ЕТР							2.4		-1.2	
Центр и юг Западной Сибири	-1.5		-1.2			4.5		1.8		1.5
Центр и юг Восточной Сибири	-1.6					1.8				1
Дальний Восток	-2.3	-1.0		-0.5	-0.5	4.9	1.4		1.6	1.2
Алтай и Саяны			-0.9							1.8
Юг ЕЧР										
<b>Нижняя облачность</b>										
Россия	-6.2	-1.8	-2.6	-0.7	-1.1	3.0	1.4	0.4		1.0
Север ЕТР и Западной Сибири	-7.5	-3.6	-1.7		-1.4	5.3	3.5			1.8
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-10.4	-2.6	-3.0	-1.5	-3.4	3.2	0.3	0.6	0.8	1.4
Чукотка и север Камчатки	-10.9	-5	-2.6		-3	8.5	2.1	1.9	1.8	2.8
Центр ЕТР			-1.9			2.2	1.9		-0.6	
Центр и юг Западной Сибири	-7.0		-3.8	-1.4		3.3	1.0	0.8		1.2
Центр и юг Восточной Сибири	-8.5	-1.7	-3.4	-1.1	-2.4	2.4	0.3	0.6	0.4	1.1
Дальний Восток	-7.1	-2.3	-1.6	-1.5	-1.7	4.7	1.0	1.0	1.5	1.2
Алтай и Саяны	-7.4		-3.4		-2.3	2.4	0.5	0.7		1.4
Юг ЕЧР			-2			1.9	1.4			

### Заключение

Необходимость включения облачности в национальную систему климатического мониторинга назрела давно, поскольку она в значительной степени влияет на поступление солнечной радиации и обратное земное излучение. Созданные в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» верифицированные массивы характе-

ристик общей и нижней облачности, в том числе норм за новый базовый период 1991-2020 гг. по среднему количеству общей и нижней облачности, числу ясных (0-2 балла) и пасмурных (8-10 баллов) дней по общей и нижней облачности составят информационную базу мониторинга облачности. Разработанные авторские программные средства для усвоения данных оперативного потока и расчета статистических характеристик облачности с учетом специфики архивного хранения данных в Госфонде ВНИИГМИ-МЦД позволяют оперативно проводить оценку аномальности состояния облачного покрова и выявлять тенденции изменения характеристик облачности сезонного и регионального масштаба.

### Список литературы

- Алисов, Б.П. (1956) *Климат СССР*, М., Московский университет, 127 с.
- Гусаров, С.Д. и др. (1983) *Основные метеорологические наблюдения. Описание архива*, Архив ТММ 1, Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 35 с.
- Дементьева, Т.В. (2020) Среднемесячное количество общей облачности и облачности нижнего яруса, *Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020621717 от 18.09.2020*.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год* (2024) Москва, 107 с.
- Ковалев, Н.П., Правосудько, Т.П. (1987) *Текущая метеорологическая информация станций. Описание архива*, Архив ТМС, Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 118 с.
- Коршунова, Н.Н., Дементьева, Т.В. (2023) Изменение характеристик облачности на территории России, *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*, № 3 (389), с. 139-151, doi: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2023-3-139-151>.
- Мамонтов, Н.В. (1982) *Описание метеорологического архива ВОСХОД режимно-справочного банка данных «Метеорология и климат»*, Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 44 с.
- Наставление гидрометеорологическим станциям и постам* (1969) Выпуск 3, часть 1, Л., Гидрометиздат, 307 с.
- Попова, В.В. (2018) Современные изменения климата на севере Евразии как проявление вариации крупномасштабной атмосферной циркуляции, *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 1, с. 84-111, doi: 10.21513/2410-2018-1-84-111.
- Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм* (2017) ВМО, № 1203, 21 с.
- Хлебникова, Е.И., Салль, И.А. (2009) Особенности климатических изменений облачного покрова над территорией России, *Метеорология и гидрология*, № 7, с. 5-13.

GCOS (2002) *Guide to the GCOS surface and upper-air networks: GSN and Guan (version 1.1)*, GCOS –73, WMO/TD, no. 1106, September 2002.

Peterson et al. (1997) *Initial selection of a GCOS surface network*, GCOS-34, WMO/TD, no. 799, February 1997.

## References

Alisov, B.P. (1956) *Klimat SSSR* [Climate of the USSR], Moscow University, Moscow, Russia, 127 p.

Gusarov, S.D. et al. (1983) *Osnovnyye meteorologicheskiye nablyudeniya. Opisaniye arkhiva* [Basic meteorological observations. Description of the archive], TMM 1 Archive, VNIIGMI-MCD, Obninsk, Russia, 35 p.

Demytyeva, T.V. (2020) Srednemesyachnoye kolichestvo obshchey oblachnosti i oblachnosti nizhnego yarusa [Average monthly amount of total cloudiness and low-level cloudiness], *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 2020621717 ot 18.09.2020* [Certificate of state registration of the database No. 2020621717 dated 09/18/2020].

*Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2023 god* [Report on the climate features in the territory of the Russian Federation for 2023] (2024) Moscow, Russia, 107 p.

Kovalev, N.P., Pravosudko, T.P. (1987) *Tekushchaya meteorologicheskaya informatsiya stantsiy. Opisaniye arkhiva* [Current meteorological information of stations. Description of the archive], TMS Archive, VNIIGMI-MCD, Obninsk, Russia, 118 p.

Korshunova, N.N., Demytyeva, T.V. (2023) *Izmeneniye kharakteristik oblachnosti na territorii Rossii* [Changes in cloud characteristics in Russia], *Gidrometeorologicheskiye issledovaniya i prognozy*, no. 3 (389), pp. 139-151, doi: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2023-3-139-151>.

Mamontov, N.V. (1982) *Opisaniye meteorologicheskogo arkhiva VOSKHOD rezhimno-spravochnogo banka dannykh «Meteorologiya i klimat»* [Description of the meteorological archive VOSKHOD of the regime-reference data bank "Meteorology and climate"], VNIIGMI-MCD, Obninsk, Russia, 44 p.

*Nastavleniye gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam* [Manual for hydrometeorological stations and posts] (1969) Issue 3, part 1, Gidrometizdat, Leningrad, Russia, 307 p.

Popova, V.V. (2018) *Sovremennyye izmeneniya klimata na severe Yevrazii kak proyavleniye variatsii krupnomasshtabnoy atmosferynoy tsirkulyatsii* [Modern climate changes in northern Eurasia as a manifestation of variations in large-scale atmospheric circulation], *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya*, vol. 1, pp. 84-111, doi: 10.21513/2410-2018-1-84-111.

*Rukovodyashchiye ukazaniya VMO po raschetu klimaticheskikh norm* [WMO Guidelines for the calculation of climate normal] (2017) WMO, no. 1203, 21 p.

---

Khlebnikova, E.I., Sall, I.A. (2009) Osobennosti klimaticheskikh izmeneniy oblachnogo pokrova nad territoriyey Rossii [Features of climatic changes in cloud cover over the territory of Russia], *Meteorologiya i gidrologiya*, no. 7, pp. 5-13.

GCOS (2002) *Guide to the GCOS surface and upper-air networks: GSN and Guan (version 1.1)*, GCOS –73, WMO/TD, no. 1106, September 2002.

Peterson et al. (1997) *Initial selection of a GCOS surface network*, GCOS-34, WMO/TD, no. 799, February 1997.

*Статья поступила в редакцию (Received): 01.08.2024*

*Статья доработана после рецензирования (Revised): 10.12.2024.*

*Принята к публикации (Accepted): 13.12.2024.*

### **Для цитирования / For citation:**

Коршунова, Н.Н., Давлетшин, С.Г. (2025) Мониторинг характеристик облачности на территории России по данным наземных наблюдений, *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 11, № 1, с. 115-133, doi:10.21513/2410-8758-2025-1-115-133.

Korshunova, N.N., Davletshin, S.G. (2025) Cloud characteristics monitoring on the Russian territory based on the ground observations, *Fundamental and Applied Climatology*, vol. 11, no. 1, pp. 115-133, doi:10.21513/2410-8758-2025-1-115-133.